



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **02028605 A**(43) Date of publication of application: **30 . 01 . 90**

(51) Int. Cl.

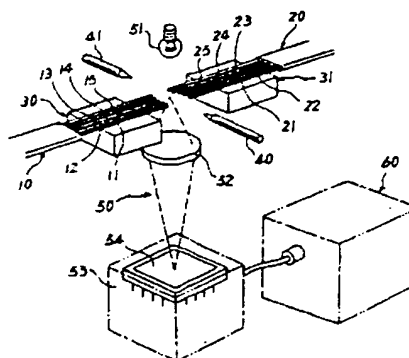
**G02B 6/255**(21) Application number: **63178847**(22) Date of filing: **18 . 07 . 88**(71) Applicant: **FURUKAWA ELECTRIC CO  
LTD:THE**(72) Inventor: **ODA TAKAHARU  
MIYAKE MAKOTO**(54) **FUSION SPLICING METHOD FOR OPTICAL  
FIBERS**

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&amp;Japio

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To obtain the juncture of optical fibers having a small connection loss by easily and adequately adjusting the state of electric discharge at the time of fusion splicing of the optical fibers with a prescribed optical system and image processing system.

**CONSTITUTION:** The intensity of the discharge and the position of the discharge are elucidated from the luminance distribution of the discharge at the time of fusion-splicing the ends of the optical fibers 10, 20 to each other by an electric discharge means. The image of the mutually fused part of the ends of the optical fibers is, therefore, picked up by the optical system 50 at the time of the discharge by discharge electrodes 40, 41. The image signal thereof is inputted to the image processing system 60 and the luminance distribution over the respective end parts of the optical fibers is measured. The intensity of the discharge to the respective end parts of the optical fibers and the positions of the discharge are adjusted to the optimum conditions in accordance with the results of the measurement. The fusion splicing of the optical fibers with the small connection loss is executed in this way.



## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-28605

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)1月30日

G 02 B 6/255

8507-2H

G 02 B 6/24

3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 光ファイバ融着接続方法

⑯ 特 願 昭63-178847

⑰ 出 願 昭63(1988)7月18日

⑱ 発 明 者 織 田 敬 治 神奈川県平塚市東八幡5丁目1番9号 古河電気工業株式会社平塚事業所内

⑲ 発 明 者 三 宅 真 神奈川県平塚市東八幡5丁目1番9号 古河電気工業株式会社平塚事業所内

⑳ 出 願 人 古河電気工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 齋藤 義雄

## 明 細 書

1 発明の名称 光ファイバ融着接続方法

2 特許請求の範囲

互いに対向して配置された光ファイバ端部相互に、対をなす放電電極からの放電熱を与えて、これら光ファイバ端部を互いに融着接続する方法において、上記放電電極による放電時、上記光ファイバ端部相互の融着部分を光学系により撮像するとともに、その画像信号を画像処理系に入力して、光ファイバ端部相互にわたる輝度分布を測定し、かつ、その測定結果に基づいて、光ファイバ端部相互に対する放電の強さ、放電の位置を調整することを特徴とする光ファイバ融着接続方法。

3 発明の詳細な説明

## 『産業上の利用分野』

本発明は放電手段を介して光ファイバ相互を長手方向に融着接続する方法に関する。

## 『従来の技術』

一般に、石英系の光ファイバ相互をスプライシング接続するとき、放電熱を利用した融着接続が

多用されている。

放電による光ファイバ融着接続では、光ファイバ相互の接続ロスをできるだけ小さくするため、放電の状態を調整しなければならない。

かかる放電調整に際しては、一方の光ファイバにLED、LDなどの光源を、他方の光ファイバに光パワー検出系をそれぞれ接続しておき、かつ、接続すべき光ファイバ相互にわたって光を通しながら、光ファイバ融着接続を数回となく試行し、この際、光パワーに依存した光ファイバ相互の接続ロスを光パワー検出系によりモニタして、接続ロスが最小となるよう、放電の強さ、放電電極の位置などを最適条件に保持したり、放電電極を交換する。

放電電極を交換する理由は、電極消耗、電極汚染(不純物付着)により、その放電特性が劣化するからである。

## 『発明が解決しようとする課題』

上述した従来技術の場合、接続ロスを検出するための準備、放電の調整に多くの手数、時間を要

するので、たとえば、設備条件、環境条件の悪い現場において、これらの作業を行なうには、かなりの困難がともなう。

したがって、多くの場合、標準仕様で組み立てられた放電融着装置をそのまま用い、光ファイバ相互を融着接続しているのが現状である。

しかし、かかる場合は、光ファイバ融着接続時の放電融着装置による放電の状態が、個々の接続ケースに適したものであるか否かが不明であり、その接続完了後の光学的検査手段により接続ロスが測定されて、はじめて、当該接続の適否が判定されるので、接続ミスの発生率が高くなる。

しかも、放電の状態が、気圧、湿度などの現場環境に影響され、放電電極の消耗とか、シリカなどの不純物の付着によっても変化するので、かりに、既成の検査手段が現場での接続作業に採用できたとしても、これらの影響をも考慮して放電の状態を適切に調整するのは技術的にむずかしい。

本発明は上述した課題に鑑み、光ファイバ融着接続時の放電の状態が、光学系による撮像手段と

その画像信号を処理する手段とを介して簡易かつ適切に調整することのできる方法を提供しようとするものである。

#### 『課題を解決するための手段』

本発明は所期の目的を達成するため、互いに向向して配置された光ファイバ端部相互に、対をなす放電電極からの放電熱を与えて、これら光ファイバ端部を互いに融着接続する方法において、上記放電電極による放電時、上記光ファイバ端部相互の融着部分を光学系により撮像するとともに、その画像信号を画像処理系に入力して、光ファイバ端部相互にわたる輝度分布を測定し、かつ、その測定結果に基づいて、光ファイバ端部相互に対する放電の強さ、放電の位置を調整することを特徴とする。

#### 『作用』

放電熱を利用して、光ファイバ端部相互を融着接続するとき、放電の強さ、放電の位置が接続の成否を決める重要な要素となり、これらが接続ロスに大きな影響を与える。

たとえば、放電の強さが過大なとき、光ファイバ端部相互が必要以上に溶けてしまい、逆に、放電の強さが不足するときは、光ファイバ端部相互の溶融不足により融着一体化が困難となるので、いずれの場合も、良好な融着接続を期することができず、光ファイバの接続ロスが大きくなる。

しかも、個々の接続ケースにおいて光ファイバの材質（軟化温度）が異なり、放電電極の状態（消耗の度合、汚染の状況）も変化するため、既述の通り、放電調整がむずかしい。

放電の位置が適切でない場合も、光ファイバ端部相互に放電熱が均等に供与されず、たとえば、一方の光ファイバ端部には放電熱不足、他方の光ファイバ端部には放電熱過剰が生じるので、上記と同様の事態が生じる。

本発明方法の場合、以下の理由により、接続ロスの小さい光ファイバ融着接続を行なうことができる。

放電手段を介して光ファイバ端部相互を融着接続するとき、放電の強さ、放電の位置は、放電の

輝度分布から判明する。

したがって、放電電極による放電時、光ファイバ端部相互の融着部分を光学系により撮像するとともに、その画像信号を画像処理系に入力して、光ファイバ端部相互にわたる輝度分布を測定し、その測定結果に基づいて、光ファイバ端部相互に対する放電の強さ、放電の位置を最適条件に調整すればよく、かくて、接続ロスの小さい光ファイバ融着接続を行なうことができる。

なお、接続ロスを小さくすることのできる放電の強さ、放電の位置は、光ファイバ端部相互と対応させてあらかじめ求めておけばよく、これを基準値とする。

#### 『実施例』

はじめ、本発明方法の実施に用いられる光ファイバ融着接続手段の一例を、第1図に基づいて説明する。

第1図において、接続すべき一对の多心被覆光ファイバ10、20はテープ型からなる。

四多心被覆光ファイバ10、20は、公知ないし周

知の被覆除去処理、光ファイバ切断処理により端末処理され、かかる端末処理により、該各多心被覆光ファイバ10、20の端部から各光ファイバ11~15、21~25がそれぞれ所定長さだけ引き出されている。

第1図において、対をなすセット台30、31は、互いに対向して相対移動自在なよう配置されており、これらセット台30、31も、公知ないし周知のものが採用されている。

すなわち、両セット台30、31は、これらの上面に各光ファイバ11~15、21~25の端部を嵌めこむための互いに平行した複数のV溝を有し、その上面に光ファイバ押止用の押止部材(図示せず)が備えられている。

しかも、両セット台30、31は、互いに接近離遠する方向、すなわち、左右方向へ相対移動自在なよう、図示しない移動機構により支持され、かくて、両セット台30、31の相対間隔が調整できるようになっている。

第1図において、対をなす放電電極40、41は、

内蔵している。

第1図に示した画像処理系80は、光学系50からの画像信号を電気的ないし電子的に処理するための演算処理機能を有し、かつ、所定の測定結果を表示するためのTVモニタを具備している。

かかる画像処理系80は、光学系50のCCDカメラ53と相互に接続されている。

つぎに、本発明方法の実施に用いられる光ファイバ融着接続手段の他例を、第2図に基づいて説明する。

第2図において、テープ型からなる一対の多心被覆光ファイバ10、20は、前述したと同様に端末処理され、該各多心被覆光ファイバ10、20の端部からは、各光ファイバ11~15、21~25がそれぞれ所定長さだけ引き出されている。

第2図において、機体33は、前述したセット台移動機構を内蔵し、かつ、前述した電極移動調整手段、放電回路装置などを具備している。

対をなすセット台30、31、対をなす放電電極40、41は、いずれも、機体33上において所定の相

両セット台30、31の配列方向(左右方向)と直交してこれらセット台30、31間を通る線分、すなわち、前後方向の線分上に、互いに対向して配置されている。

これら放電電極40、41は、上下、左右、前後の各方向へ移動調整自在なよう、移動調整手段を備えた電極ホルダ(図示せず)を介して支持されており、かつ、所定の放電回路装置(図示せず)に接続されている。

第1図に示した光学系50は、両セット台30、31の対向部間にあつて、当該両セット台30、31よりも上位に位置する光源51と、同じく、両セット台30、31の対向部間にあつて、当該両セット台30、31よりも下位に位置する対物レンズ52と、その対物レンズ52の下位にあつて、当該対物レンズ52の焦点距離に位置するCCDカメラ53とを備えてなり、かつ、上下方向の光軸上に並ぶ光源51、対物レンズ52、CCDカメラ53の配列状態が、適宜の手段で保持されている。

CCDカメラ53は、CCDイメージセンサ54を

対位置を保持して配置されており、これらセット台30、31、放電電極40、41を覆うように、機体33上にはフード34が被せられている。

フード34の上には、光学系50の一部を構成する顕微鏡55が搭載され、その顕微鏡55には、C型のマウント56を介して、光学系50の他部を構成するCCDカメラ53が結合されている。

さらに、第2図において、光学系50のCCDカメラ53には、既述の画像処理系80が接続されている。

第1図、第2図に例示した手段を介して本発明方法を実施するとき、以下ようになる。

はじめ、両セット台30、31の各V溝内に、各多心被覆光ファイバ10、20の端部から引き出された光ファイバ11~15、21~25の端部をそれぞれ嵌めこみ、かつ、かかる嵌めこみ状態を保持して、これら光ファイバ端部を互いに対向させる。

つぎに、両セット台30、31を、これらが互いに接近する方向へ相対移動させ、各光ファイバ11~15、21~25の端面相互が所定の間隔となった時点

で両放電電極40、41による放電を開始する。

この際の放電熱により、各光ファイバ11~15、21~25の端部が軟化ないし熔融され、かつ、相対移動する両セット台30、31の突合力を介して、該各光ファイバ11~15、21~25の端部が1:1で融着接続される。

本発明方法では、上述したようにして各光ファイバ11~15、21~25の端部相互を融着接続する際の放電時、すなわち、両放電電極40、41を介して放電しているとき、これら光ファイバ端部相互の融着部分を光学系50により撮像するとともに、その画像信号を画像処理系80に入力する。

ちなみに、第1図の場合は、光源51からの光を必要に応じて光ファイバ端部相互の融着部分に照射しておき、かつ、各光ファイバ11~15、21~25の端部と該各端部にわたる放電光など、これらを含めた画像を、光学系50の対物レンズ52からCCDカメラ53に入射させ（拡大投影）、かくて、光学系50によりとらえた上記画像の信号を画像処理系80に入力する。

を(512,480)とした場合、光ファイバ融着部分の輝度分布は、512×480個の座標によりあらわされる。

かかるXY座標の各座標点の明るさは、256階調、すなわち、8ビットのメモリであらうことができる。

光ファイバ端部F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、放電時のアークArcがあらわれている第3図において、同図のサンプルラインSL上における輝度分布をみると、第4図のようになり、この際の明るさが飽和していると、第5図のようになる。

かかる輝度分布は、一例として、これを下記式(1)のグラフにあてはめることができる。

$$y=c \cdot \exp[-(x-a)^2/b^2]+d \cdots \cdots (1)$$

式(1)中の各係数は、つぎの通りである（第4図参照）。

- a: 放電中心線のX座標値
- b: 放電の立ち上がり幅
- c: 融着部分における輝度基底(bottom)から輝度頂点(peak)までのレベル差

第2図の場合も、これとほぼ同様であり、上述した所要の画像を、顕微鏡55、CCDカメラ53を備えた光学系50によりとらえて、その画像信号を画像処理系80に入力する。

画像信号が入力された画像処理系80では、当該信号を電氣的、電子的に演算処理して、その画像各部の輝度を読み取り、これをTVモニタに表示する。

このように、画像処理系80を介して光ファイバ端部相互にわたる輝度分布を測定した後は、その測定結果に基づいて、光ファイバ端部相互に対する放電の強さ、放電の位置を適切に調整する。

かくて、適切な放電状態が得られたとき、各光ファイバ11~15、21~25の端部相互は、接続ロスの小さい融着接続状態となる。

つぎに、画像処理系80による画像処理例について詳述する。

第3図は、前述した光ファイバ融着部分の画像をXY座標上にあらわす際の一例であり、同図のXY座標において、左上隅を(0,0)とし、右下隅

d: 上記基底の輝度

x: 融着部分における輝度のX座標値

上記a~dを実際に当てはめると、aは放電の中心位置に該当し、bは放電の幅すなわち光ファイバ端部相互の加熱領域に該当し、cは放電が強くなにしたがい大きくなる加熱温度に該当し、dは光ファイバの未加熱領域の輝度に該当する。

これらa~dについては、光ファイバの融着接続において、接続ロスが小さいときのデータ、すなわち、良好な接続状態のときのデータを採取して、これを画像処理系80のROMに記憶させておき、かつ、所要の放電調整に際しては、同様の手段で採取したa~dの係数を上記記憶データと比較して、放電の強さ、放電の位置を調整する。

なお、第3図に示したXY座標の大きさ(512,480)、256階調の輝度、a~dの値は、前述した光学系50、画像処理系80の種類に応じて変更される。

第6図は、上記のようにして求められたa~dにつき、特にb、cと接続ロスとの関係を示した

ものである。

これまで、放電が弱すぎた場合、または、強すぎた場合、光ファイバの接続ロスが大きくなることは経験的に知られているが、第6図を参照して明らかなように、 $c$ 値がある範囲内のとき、たとえば、 $200 \leq c \leq 1050$ のときは、光ファイバの接続ロスが改善されることがわかる。

$b$ 値は、 $c$ 値が一定値以上のとき、ほぼ一定となるが、光ファイバ端面と放電電極との高さの違い(=オフセット)により変化する。

したがって、当該 $b$ 値は、光ファイバ端面相互を融着接続する際、特に、多心の光ファイバ端面相互を融着接続する際、上記オフセット調整の重要な目安となる。

光ファイバ融着部分の画像をモニタするとき、一般例では、画面中央の縦軸を放電の中心とみなし、当該縦軸を基準にして、画面上の横軸である光ファイバの端面を位置決めする。

すなわち、第3図を参照すれば、 $512/2=256$ のX座標点を通る縦軸を目標に、光ファイバの端面

により求めることができる。

要するに、 $a \sim d$ に相当する係数を求めればよく、これ以外の近時間数も、許容誤差の範囲内ならば、もちろん採用することができる。

その他、本発明方法において、前述したセット台移動機構、電極移動調整手段、放電回路装置などの制御盤を構成しておき、前記画像処理系80からの制御信号を当該制御盤に入力して、これら機構、装置、手段を制御することにより、いわゆるコンピュータ制御による光ファイバ融着接続の自動化が確立する。

#### 「発明の効果」

以上説明した通り、本発明に係る光ファイバ融着接続方法によれば、光ファイバ融着接続時の放電の状態が、所定の光学系、画像処理系を介して簡易かつ適切に調整することができ、接続ロスの小さい光ファイバ接続部が得られる。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る光ファイバ融着接続方法の一実施例を略示した斜視図、第2図は本発明に

を位置決めする。

しかし、実際には、放電電極の消耗、汚染などにより、放電の中心が上記縦軸からずれるため、光ファイバ端面相互への与熱の対称性が損なわれる。

それに対し、放電の中心軸を求め、その中心軸を中心にして光ファイバ端面相互を互に対向させると、すなわち、 $a$ 値を目標にして光ファイバ端面を位置決めすると、放電による光ファイバ端面相互への与熱の対称性が得られ、該各光ファイバ端面を均一に加熱することができる。

この場合、画像処理系80が光ファイバの端面を認識して、その端面位置を決めているので、放電の中心を $a$ 位置に変更するだけでよい。

上述した輝度パターンは、前記式(1)に代え、下記式(2)に示す三次関数で近似させることもできる。

$$y = Px^3 + Qx^2 + rx + S \cdots \cdots (2)$$

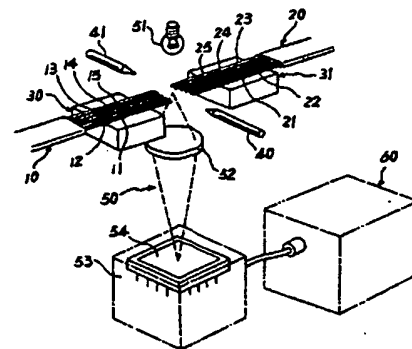
式(2)中における各係数 $P$ 、 $Q$ 、 $r$ 、 $S$ は、輝度パターンの数値を少なくとも4点読みとること

に係る光ファイバ融着接続方法の他実施例を略示した正面図、第3図は本発明において光ファイバ融着部分の画像を模写して示したXY座標図、第4図、第5図は本発明において光ファイバ端面に沿う輝度分布を各種例示した説明図、第6図は本発明において輝度分布を解析して得た特定の係数と光ファイバ接続ロスとの関係を示した説明図である。

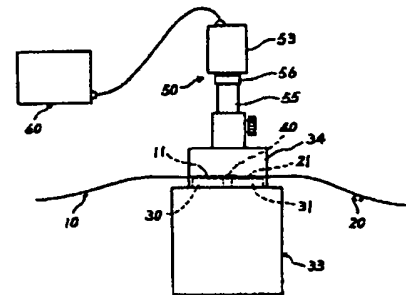
- 10.....多心被覆光ファイバ
- 11.....光ファイバ
- 12.....光ファイバ
- 13.....光ファイバ
- 14.....光ファイバ
- 15.....光ファイバ
- 20.....多心被覆光ファイバ
- 21.....光ファイバ
- 22.....光ファイバ
- 23.....光ファイバ
- 24.....光ファイバ
- 25.....光ファイバ

- 30.....光ファイバ端部のセット台
- 31.....光ファイバ端部のセット台
- 40.....放電電極
- 41.....放電電極
- 50.....光学系
- 51.....光学系の光源
- 52.....光学系の対物レンズ
- 53.....光学系のC C Dカメラ
- 54.....C C Dイメージセンサ
- 60.....画像処理系

第 1 図

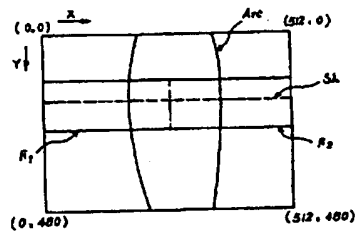


第 2 図

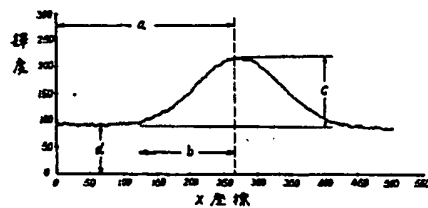


代理人 弁理士 斎藤 義雄

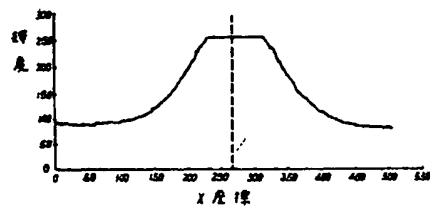
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

